Corrigé du bac 2015 : Physique-Chimie Spécialité Série S – Polynésie

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2015

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Spécialité

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

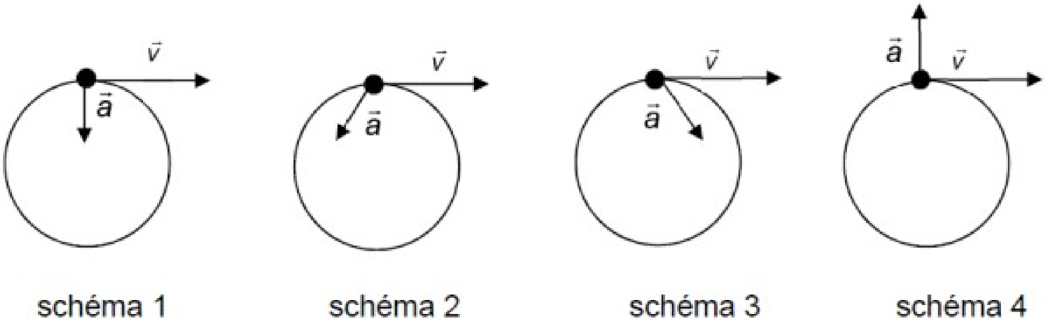
Correction proposée par un professeur de physique-chimie pour le site www.sujetdebac.fr

EXERCICE I : PERFORMANCE D'UNE ATHLÈTE (10 points)

1. Étude du mouvement du boulet avant le lâcher du marteau par l'athlète

1.1) L'accélération est telle que $\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$. Dans un mouvement circulaire, le vecteur vitesse n'est pas un vecteur constant car changeant de direction en permanence : sa dérivée par rapport au temps n'est donc pas nulle. Il existe bien une accélération dans un contexte de mouvement circulaire.

1.2)



Lors d'un mouvement circulaire, l'accélération est centripète : on peut donc d'emblée éliminer le schéma 4.
Lors d'un mouvement accéléré, le produit scalaire $\vec{a}.\vec{v}$ est positif, ce qui est le cas dans le **schéma 3**.
Lors d'un mouvement uniforme, le même produit scalaire est nul, ce qui est le cas dans le **schéma 1** (vecteurs orthogonaux).

1.3) Appliquons la seconde loi de Newton au système : $\sum \vec{F_{ext}}=m.\vec{a}$
$\vec{P}+\vec{F}=m.\vec{a}$ avec $\vec{F}$ la force exercée par le câble sur le boulet. L'expression suggère que la résultante de la somme des forces extérieures soit dans le même plan que l'accélération car égale à celle-ci au facteur de masse près, or cela n'est pas possible ! De plus, la force $\vec{F}$ est nécessairement dans le même plan que l'accélération qui est centripète.
On peut donc conclure que c'est le poids qui est négligeable devant la force $\vec{F}$.

Partons sur un rayon R=1,5m.
D'après la seconde loi de Newton, on a $\vec{F}=m.\vec{a}$ or pour un mouvement circulaire, la norme de l'accélération vaut $a=\frac{v^2}{R}$, d'où $\vec{F}=m.\frac{v^2}{R}$.
En faisant le rapport de ces deux grandeurs, nous pouvons vérifier notre affirmation plus haut :

$$\frac{F}{P}=\frac{m.\frac{v^2}{R}}{m.g}=\frac{v^2}{R.g}=\frac{26^2}{9{,}8\times 1{,}5}=46$$

Le poids est donc bien négligeable devant la force exercée par le câble sur le boulet.

2. Étude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau par l'athlète

2.1) La seule force qui intervient dans cette étude est le poids $\vec{P}$ du boulet, d'où $\vec{P}=m.\vec{g}=m.\vec{a}$ et enfin, $\vec{a}=\vec{g}$. En projetant sur les axes (Ox) et (Oy), on obtient :

$\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_x=0 \\ a_y=-g \end{array}\right.$ puis en primitivant $\vec{v}\left|\begin{array}{l} v_x=v_0 cos\alpha \\ v_y=-g.t+v_0\sin\alpha \end{array}\right.$ et puis

$$\vec{OM}\left|\begin{array}{l} x=v_0.cos\alpha t+x_0 \\ y=-\frac{1}{2}g.t^2+v_0\sin\alpha t+y_0 \end{array}\right.$$

A t=0, $x_0=0$ et $y_0=h$ d'où $\vec{OM}\left|\begin{array}{l} x=v_0.cos\alpha t \\ y=-\frac{1}{2}g.t^2+v_0\sin\alpha t+h \end{array}\right.$

2.2) En utilisant l'équation de la trajectoire donnée, et en utilisant les valeurs numériques des données, on a :

$$y=\frac{-g.x^2}{2v_0{}^2\cos^2\alpha}+tan\alpha.x+h=\frac{-9,8.x^2}{2\times 26^2\times^2\cos^2(45)}+\tan(45).x+3,0=0$$

$$0,0145x^2+x+3,0=0$$

Il s'agit là d'un polynôme du second degré. En le résolvant, on obtient $x_1=-2,9m$ et $x_2=71,86m$
Nous retenons évidemment la solution positive, que nous
arrondissant pour tenir compte des chiffres significatifs. Nous obtenons alors une distance de 72m.
D'après le classement, l'athlète aurait été 11ème.

2.3) A t=0, h=3,0m donc $E_{p0}=mgh=4,0\times 9,8\times 3,0=118J$
On veut déterminer l'instant où le boulet touche le sol, nous devons donc résoudre l'équation :

$$y=-\frac{1}{2}g.t^2+v_{0y}\sin\alpha t+h=0$$

$-\frac{1}{2}\times 9,8t^2+18t+3,0=0$ d'où $t=3,9s$

Lorsque le boulet touche le sol, la hauteur par définition est nulle, donc son énergie potentielle l'est également.
La courbe qui correspond à nos résultats est celle de E_{p2}.

2.4) A t=0, $E_{c0}=\frac{1}{2}mv_0{}^2=0,5\times 4,0\times 26^2=1,3.10^{-3}J$

$E_{m0}=E_{p0}+E_{c0}=1,4.10^3J$

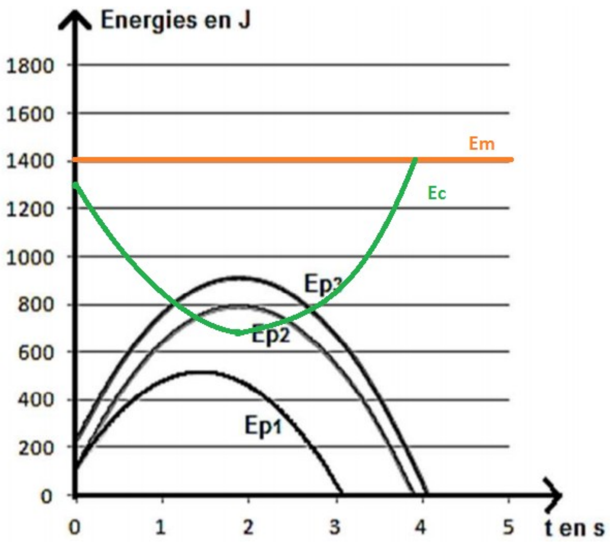
On néglige les frottements de l'air ; il y a donc conservation de l'énergie mécanique entre les temps t=0 et t=3,9s.

$$E_m(t=3,9s)=E_p(3,9s)+E_c(t=3,9s)=E_c(t=3,9s)$$

Ainsi, $E_c(t=3,9s)=1,4.10^3J$

Au sommet de la trajectoire, $v_y=0$ donc $-g.t+v_0\sin\alpha=0$, ainsi $t=1,9s$ et

$$E_{c\,Sommet}=\frac{1}{2}m(v_0\cos\alpha)^2=676J$$

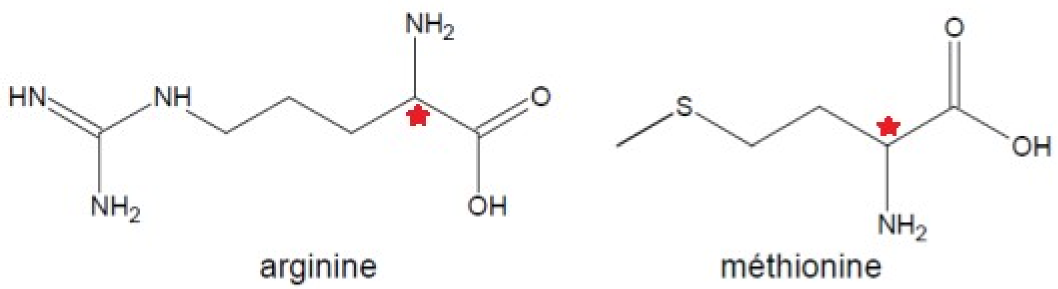


3. Créatine et créatinine chez l'athlète

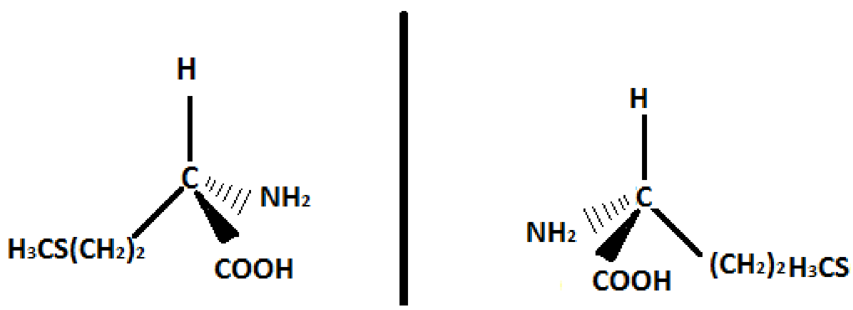
<u>3.1. Créatine et créatinine</u>

3.1.1) a) Les acides α-aminés possèdent tous une fonction acide carboxylique -COOH ainsi qu'une fonction amine $-NH_2$.

b) Pour repérer les molécules possédant des énantiomères, il faut repérer la présence de carbones asymétriques, c'est à dire de carbones possédant 4 liaisons reliés à 4 groupes distincts. C'est le cas de l'arginine ainsi que de la méthionine.



c)



3.1.2) La réaction de déshydratation de la créatine correspond à une réaction d'élimination car elle élimine des molécules d'H_2O.

3.1.3) La formule brute de la créatinine est $C_4H_7N_3O$.

3.2. Dosage du taux de créatinine chez l'athlète

3.2.1) Qui dit absorbance dit loi de Beer-Lambert : A=k.C
On connaît la concentration de la créatine dans le tube C ; $k=\frac{A}{C_3}=\frac{0,62}{0,1.10^{-3}}=6,2.10^3$ D'où on peut déduire la concentration de créatinine $C_2=\frac{A}{k}=\frac{0,71}{6,2.10^3}=1,1.10^{-4}mol.L^{-1}$

L'encadrement donné dans l'énoncé est en $mg.L^{-1}$; calculons donc la concentration massique associée :

$$C_m=C_2\times M=1,1.10^{-4}\times 113=12,4\,mg.L^{-1}$$

La valeur obtenue est légèrement supérieure à la valeur maximale attendue.
3.2.2) Le taux élevé de créatine peut s'expliquer par le fait qu'il l'est généralement chez les sportifs (du fait de leur masse musculaire plus importante par rapport à un individu non sportif).

EXERCICE II : ÉTUDE D'UN SONDEUR (5 points)

1) Les informations données à la fin de l'exercice nous indiquent que la vitesse de propagation du son varie avec, entre autre, la température du milieu, voilà pourquoi il est donc nécessaire que le sondeur possède un capteur de température.

Avec la valeur de la salinité de l'eau ainsi que la température données au début de l'exercice, on en déduit la célérité du son, qui vaut $v_{son}=1490\,m.s^{-1}$

2) Pour répondre à la question, il nous faut calculer, d'après le document relatif à la réflexion des ondes acoustiques, la longueur d'onde de l'onde émise.

$$\lambda=\frac{v_{son}}{f}=\frac{1490}{83.10^3}=1,8\,cm$$

La valeur de la longueur d'onde est plus proche de l'ordre de grandeur de la sardine que de celui du thon ; le sondeur sera donc plus performant pour détecter le thon que la sardine.

<u>Remarque :</u> *En réalité, une sardine mesure en moyenne une dizaine de centimètres ; sa taille est donc plus importante que la valeur de la longueur d'onde. Elle pourra donc être repérée par le sondeur.*

3) Le signal émit fait un aller retour en se réfléchissant sur le poisson, et parcourt donc une distance 2d en un temps Δt.

$$2d=v_{son}.\Delta t \quad \text{puis} \quad d=\frac{v_{son}.\Delta t}{2}=\frac{1490\times 32.10^{-3}}{2}=24\,m$$

4) La distance poisson-sommet du cône est plus élevée à l'entrée et à la sortie du cône par rapport au centre du cône ; l'onde parcourt donc une plus grande distance dans ces deux cas, d'où l'allure en « accent circonflexe » du signal observé.

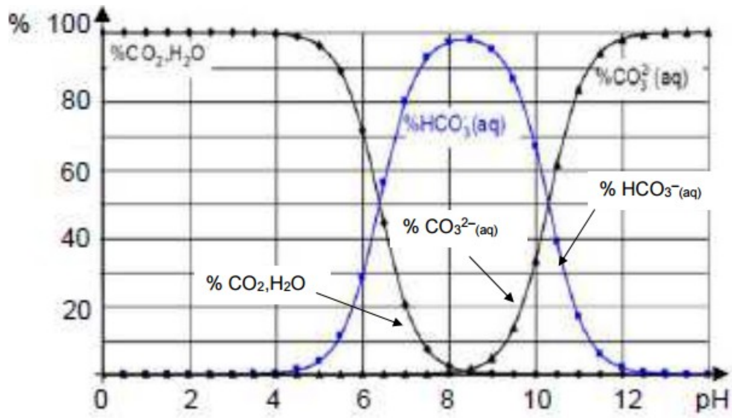
5) La définition de l'image est de 160 pixels verticaux avec une incertitude de 1 pixel.
Ceci nous donne une incertitude sur la profondeur de 50/160=0,31m pour la première plage allant de 0 à p_{max}=-50m, et 100/160=0,62m pour la plage allant jusqu'à -100m.
Le poisson se situe à une profondeur de 24m ; la place de mesure verticale la plus adaptée est celle qui va de 0 à p_{max}=-50m.

6) L'angle α n'est connu qu'à l'entrée du cône (au temps t1) et à la sortie de celui-ci (au temps t3). La vitesse du poisson ne pourra donc être évaluée qu'à ces deux instants.

EXERCICE III : ANALYSE D'UNE EAU MINERALE ? (5 points)

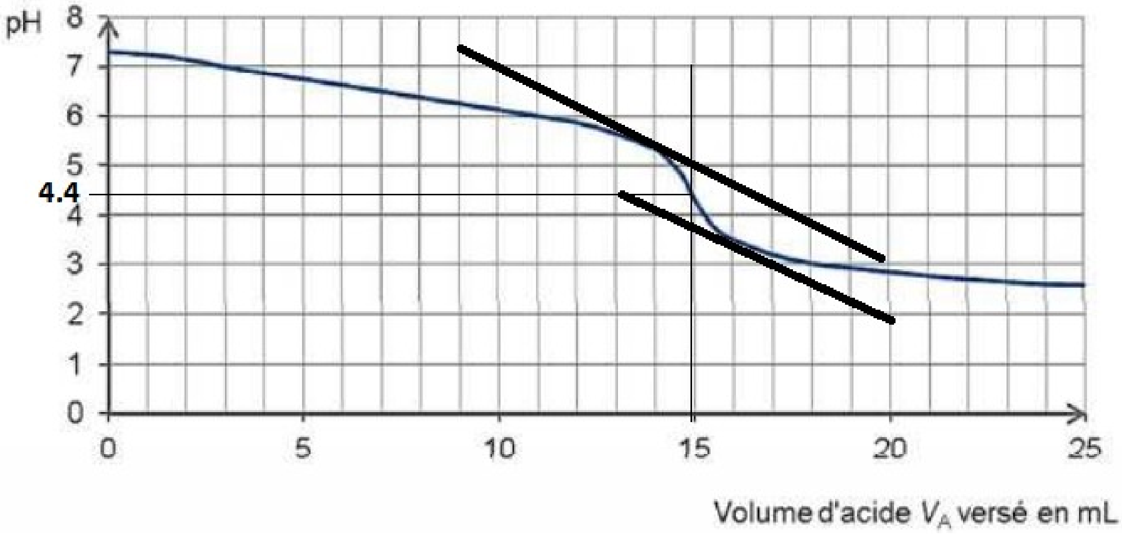
Questions préalables

1) Pour répondre à la question, référons nous au diagramme de distribution donné dans l'énoncé.



Pour un pH égal à environ 8,2, on remarque que les points de la courbe des ions carbonates sont très proches de 0.
Le pourcentage d'ions hydrogénocarbonate est quant à lui proche de 100 %.
La phrase « On détermine le TAC si le pH d'une eau est inférieur à 8,2 car dans ce cas, l'eau contient pratiquement et uniquement des ions HCO3 – et ne contient pratiquement pas d'ions carbonate CO_3^{2-}» est donc justifiée.

2) L'équation de la réaction du titrage est : $HCO_3^- + H_3O^+ \rightarrow CO_2 ,H_2O + H_2O$
La zone de virage du vert de bromocrésol correspond à l'intervalle de pH [3,5 ; 5,4].
La courbe donnée dans l'énoncé du suivi par pH-métrie nous permet, par exemple avec la méthode des droites parallèles, de déterminer le pH à l'équivalence, qui est ici de 4,4. Il appartient bien à l'intervalle qui correspond à la zone de virage de l'indicateur coloré.



Problème

Reprenons l'équation du titrage étudié : $HCO_3{}^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)} \rightarrow CO_2, H_2O + H_2O_{(l)}$

A l'équivalence, les réactifs ont été introduits et ont réagit dans les proportions stœchiométriques, ce qui nous donne :

$n_{H_3O^+} = n_{HCO_3^-}$ or à l'équivalence, le volume d'acide versé vaut 15 mL donc
$n_{H_3O^+} = C_A \times V_E = 0{,}02 \times 15.10^{-3} = 3{,}0.10^{-4}\, mol = n_{HCO_3^-}$

Ce qui nous donne une concentration en ions hydrogénocarbonate dans l'eau minérale de

$$C_{HCO_3^-} = \frac{n_{HCO_3^-}}{V} = \frac{3{,}0.10^{-4}}{0{,}05} = 6{,}0.10^{-3}\, mol.L^{-1}$$

Dans les données de l'exercice, les concentrations sont massiques, d'où :
$C_m = C_{HCO_3^-} \times M = 6{,}0.10^{-3} \times 61{,}0 = 366\, mg.L^{-1}$

De toues les eaux minérales proposées dans le tableau fourni dans l'énoncé, l'**eau Evian** est celle dont la teneur en ions hydrogénocarbonate est la plus proche que celle que nous avons obtenue.

De plus, toujours d'après l'énoncé, « Le TAC, exprimé en degrés français (°f), est la valeur du volume d'acide (exprimée en mL) à une concentration molaire CA = 0,0200 mol.L^{-1} en ions oxonium H3O+ nécessaire pour doser 100,0 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol rhodamine ».

Ici, nous avons dosé la moitié du volume indiqué dans la définition, à savoir 50,0 mL, et nous avons obtenu un volume équivalent de 15,0 mL.
Si nous avions dosé 100 mL, nous aurions eu un volume équivalent égal à 30,0 mL.
Le TAC de l'eau étudiée est donc de **30°f**. Cette valeur étant inférieure à 50 °f, l'eau est donc potable.